

WORLD
INTELLECTUAL
PROPERTY
ORGANIZATION



IP SERVICES

Home IP Services PATENTSCOPE®



Search result: 1 of 1

(WO/2003/107403) VAPOR PHASE EPITAXY DEVICE

Biblio. Data Description Claims National Phase Notices Documents

Latest bibliographic data on file with the International Bureau

Publication Number: WO/2003/107403

International Application No.: PCT/JP2002/010713

Publication Date: 24.12.2003

International Filing Date: 16.10.2002

Chapter 2 Demand Filed: 26.02.2003

Int. Class.: C30B 25/10 (2006.01), C30B 25/12 (2006.01)

Applicants: NIKKO MATERIALS CO., LTD. [JP/JP]; 10-1, Toranomon 2-chome, Minato-ku, Tokyo 105-8407 (JP) (All Except US).

SHIMIZU, Eiichi [JP/JP]; c/o NIKKO MATERIALS CO., LTD. TODA PLANT, 17-35, Niizominami 3-chome, Toda-shi, Saitama 335-8502 (JP) (US Only).

MAKINO, Nobuhito [JP/JP]; c/o NIKKO MATERIALS CO., LTD. TODA PLANT, 17-35, Niizominami 3-chome, Toda-shi, Saitama 335-8502 (JP) (US Only).

Inventors: SHIMIZU, Eiichi [JP/JP]; c/o NIKKO MATERIALS CO., LTD. TODA PLANT, 17-35, Niizominami 3-chome, Toda-shi, Saitama 335-8502 (JP).

MAKINO, Nobuhito [JP/JP]; c/o NIKKO MATERIALS CO., LTD. TODA PLANT, 17-35, Niizominami 3-chome, Toda-shi, Saitama 335-8502 (JP).

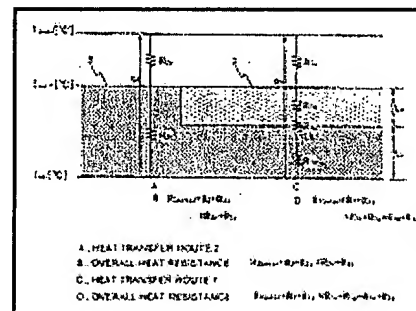
Agent: ARAFUNE, Hiroshi; 5F, Nikko Kagurazaka Building, 18, Iwato-cho, Shinjuku-ku, Tokyo 162-0832 (JP).

Priority Data: 2002-172391 13.06.2002 JP

2002-238035 19.08.2002 JP

Title: VAPOR PHASE EPITAXY DEVICE

Abstract: A vapor phase epitaxy device, at least comprising an enclosable reactor, a wafer storage part installed in the reactor for disposing a wafer at a specified position, a gas feed means for feeding raw gas to the wafer, and a heating means for heating the wafer, wherein an epitaxy film is formed on the surface of the wafer by feeding the raw gas into the reactor in hot state while the wafer is heated in the reactor by the heating means through the wafer storage part and, when the wafer storage part is formed of a single material or a single member, the ratio R_2/R_1 of the heat resistance R_2 of a heat transfer route extending from the rear surface of the wafer storage part to the front surface of the wafer storage part to the heat resistance R_1 of a heat transfer route extending from the rear surface of the wafer storage part to the front surface of the wafer is 0.4 to 1.0.



Designated CA, CN, KR, US.

States: European Patent Office (EPO) (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SK, TR).

Publication Language: Japanese (JA)

Filing Language: Japanese (JA)

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2003 年 12 月 24 日 (24.12.2003)

PCT

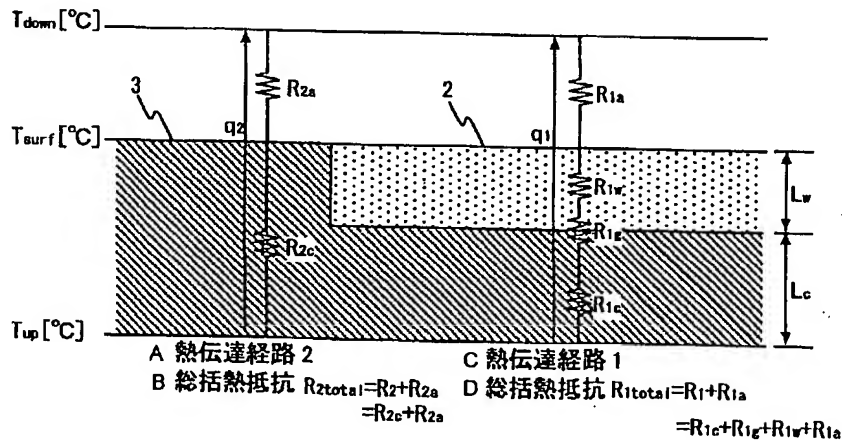
(10) 国際公開番号
WO 03/107403 A1

- (51) 国際特許分類: H01L 21/205 [JP/JP]; 〒105-8407 東京都 港区 虎ノ門二丁目 10 番 1 号 Tokyo (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP02/10713
- (22) 国際出願日: 2002 年 10 月 16 日 (16.10.2002)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願2002-172391 2002 年 6 月 13 日 (13.06.2002) JP
特願2002-238035 2002 年 8 月 19 日 (19.08.2002) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社 日鉱マテリアルズ (NIKKO MATERIALS CO., LTD.)
- (72) 発明者; および
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 清水 英一 (SHIMIZU, Eiichi) [JP/JP]; 〒335-8502 埼玉県 戸田市 新曽南 3 丁目 17 番 35 号 株式会社日鉱マテリアルズ 戸田工場内 Saitama (JP). 牧野 修仁 (MAKINO, Nobuhito) [JP/JP]; 〒335-8502 埼玉県 戸田市 新曽南 3 丁目 17 番 35 号 株式会社日鉱マテリアルズ 戸田工場内 Saitama (JP).
- (74) 代理人: 荒船 博司 (ARAFUNE, Hiroshi); 〒162-0832 東京都 新宿区 岩戸町 1 8 番地 日交神楽坂ビル 5 階 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (国内): CA, CN, KR, US.

[続葉有]

(54) Title: VAPOR PHASE EPITAXY DEVICE

(54) 発明の名称: 気相成長装置



A...HEAT TRANSFER ROUTE 2

B...OVERALL HEAT RESISTANCE $R_{2total}=R_2+R_{2a}=R_{2c}+R_{2a}$

C...HEAT TRANSFER ROUTE 1

D...OVERALL HEAT RESISTANCE $R_{1total}=R_1+R_{1a}=R_{1c}+R_{1c}+R_{1w}+R_{1a}$

(57) Abstract: A vapor phase epitaxy device, at least comprising an enclosable reactor, a wafer storage part installed in the reactor for disposing a wafer at a specified position, a gas feed means for feeding raw gas to the wafer, and a heating means for heating the wafer, wherein an epitaxy film is formed on the surface of the wafer by feeding the raw gas into the reactor in hot state while the wafer is heated in the reactor by the heating means through the wafer storage part and, when the wafer storage part is formed of a single material or a single member, the ratio R_2/R_1 of the heat resistance R_2 of a heat transfer route extending from the rear surface of the wafer storage part to the front surface of the wafer storage part to the heat resistance R_1 of a heat transfer route extending from the rear surface of the wafer storage part to the front surface of the wafer is 0.4 to 1.0.

[続葉有]



(84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SK, TR).

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

添付公開書類:

— 国際調査報告書

(57) 要約: 密閉可能な反応炉と、該反応炉内に設置され所定の位置にウェハを配置するためのウェハ収容部と、ウェハに向けて原料ガスを供給するためのガス供給手段と、前記ウェハを加熱するための加熱手段と、を少なくとも備え、前記反応炉内において前記加熱手段により前記ウェハ収容部を介してウェハを加熱しつつ、高温状態で前記反応炉内に原料ガスを供給することにより、前記ウェハ表面に成長膜を形成する気相成長装置において、前記ウェハ収容部を単一の素材もしくは部材で構成する場合は、前記ウェハ収容部裏面から前記ウェハ表面に向かう熱伝達経路の熱抵抗 R_1 と前記ウェハ収容部裏面から前記ウェハ収容部表面に向かう熱伝達経路の熱抵抗 R_2 の比 R_2/R_1 が0.4以上1.0以下となるようにした。

明細書

気相成長装置

5 技術分野

本発明は、ウェハを加熱しながら高温状態で原料ガスを供給することによりウェハ表面に化合物半導体等の薄膜を気相成長させるための気相成長装置に係り、特に、ウェハを配置するためのウェハ収容体の材質の特性に関する。

10 背景技術

現在、気相成長法は産業界の様々な分野で利用されている。気相成長においてウェハ上に成長した薄膜の膜厚、組成およびドーピング濃度の面内全域の高均一化はいうまでもなく必須項目である。そして、面内全域の均一化の実現手段として、ウェハ加熱の均熱化は最も重要な要素技術とされている。

- 15 図1は、一般的な気相成長装置の構成例を示す断面図である。図1に示すように、気相成長装置100は、反応炉1と、ウェハ2を配置するウェハホルダ3と、ウェハホルダ3を載置するサセプタ4と、サセプタ4の下側に設けられた加熱ヒータ5と、ウェハホルダ3およびサセプタ4を回転自在に支持する回転機構6と、原料ガスやキャリアガスを供給するガス導入管7と、未反応ガスを排気する
- 20 ガス排気管8等で構成される。

図2はウェハホルダ3の詳細な構成を示す拡大図であり、(a)は上面図で、(b)はA-A線に沿った断面図である。ウェハホルダ3は、その片面にウェハ2を配置するための円形のポケット孔3aを同一円周上に複数個(図2では6個)形成され、反対面でサセプタ4と接触するように構成されている。

- 25 なお、サセプタ4は加熱ヒータ5からの熱を均一に伝達するために熱伝導率の高い材質(例えばモリブデン等)で構成される。また、ウェハホルダ3にも熱伝導率の高いグラファイトやモリブデン等が用いられるのが一般的である。

上述の構成をした気相成長装置においては、加熱ヒータ5でサセプタ4の下側から加熱することによりサセプタ4、ウェハホルダ3を介してウェハ2に熱を伝

え、ウェハ 2 を所定の温度まで上昇させる。また、サセプタ 4 を回転機構 6 により所定の回転数で回転させることにより、ガス導入管 7 より導入した原料ガスやキャリアガスをウェハ 2 表面に均等に供給しながら薄膜の気相成長を行う。

しかしながら、本発明者等の実験により、上述したような気相成長装置 100 においては、ウェハ 2 の表面温度がウェハホルダ 3 の表面温度より低くなるため、ウェハ 2 の周縁部分はウェハホルダ 3 の温度の影響を受けてウェハ 2 の中央部分よりも温度が高くなってしまふことが判明した。つまり、従来の気相成長装置 100 ではウェハ 2 の面内温度分布が均一とならないために、ウェハ 2 の面内全域において均一性に優れた薄膜を気相成長させるのは困難であることが明かとなった。

本発明は、上記問題点を解決するためになされたもので、ウェハの面内全域において良好な均一性を有する薄膜を気相成長させることができる気相成長装置を提供することを目的とする。

15 発明の開示

本発明は、密閉可能な反応炉と、該反応炉内に設置され所定の位置にウェハを配置するためのウェハ収容体と、ウェハに向けて原料ガスを供給するためのガス供給手段と、前記ウェハを加熱するための加熱手段と、を少なくとも備え、前記反応炉内において前記加熱手段により前記ウェハ収容体を介してウェハを加熱しつつ、高温状態で前記反応炉内に原料ガスを供給することにより、前記ウェハ表面に成長膜を形成する気相成長装置において、前記ウェハ収容体は、単一の素材もしくは部材からなり、前記ウェハ収容体裏面から前記ウェハ表面に向かう熱伝達経路の熱抵抗 R_1 と前記ウェハ収容体裏面から前記ウェハ収容体表面に向かう熱伝達経路の熱抵抗 R_2 の比 R_2/R_1 が 0.4 以上 1.0 以下となるようにしたものである。

ここで、図 3 に示すウェハ 2 とウェハホルダ 3 における熱抵抗概念図より、ウェハホルダ 3 の裏面からウェハ 2 の表面に向かう熱伝達経路における熱抵抗 R_1 は、ウェハホルダ 3 部分の熱抵抗 R_{1a} と、ウェハホルダ 3 とウェハ 2 との接触熱抵抗 R_{1b} と、ウェハ 2 部分の熱抵抗 R_{1c} とを足し合わせた抵抗であり、ウェハホ

ルダ 3 の裏面から表面に向かう熱伝達経路における熱抵抗 R_2 はウェハホルダ 3 部分の熱抵抗 R_{20} である。

これにより、ウェハ収容体の裏面からウェハの表面およびウェハ収容体の表面へ熱が伝達される際に、それぞれの熱伝達経路における熱抵抗がほぼ同等となるので、同様の熱伝導が行われ、ウェハ表面およびウェハ収容体表面の到達温度を同じくすることができる。したがって、ウェハの表面温度とウェハ収容体の表面温度に差が生じることによってウェハ周縁部の表面温度がウェハ中央部の表面温度よりも上昇するのを回避でき、ウェハの面内温度分布を均一に保持することができる。その結果、ウェハの面内全域において良好な均一性を有する薄膜を気相成長させることができる。

具体的には、前記ウェハ収容体を、該ウェハ収容体に配置されるウェハの熱伝導率に近い熱伝導率を有する材質で形成するのが望ましい。特に限定しないが、薄膜成長やリアクタ内の雰囲気を汚染しないような特性を有する材料であれば、いかなる材料を用いてウェハ収容体を製作してもよい。例えば、アモルファスカーボン（熱伝導率 $10 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ ）や窒化アルミニウム（熱伝導率 $40 \sim 50 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ ）等は、従来のグラファイト（ $100 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ at 600°C ）よりもウェハと熱伝導率が近いのでウェハ収容部を形成する材質として適している。

さらに望ましくは、前記ウェハ収容体を、ウェハの熱伝導率の 0.5 倍以上 2 倍以下の熱伝導率を有する材質で形成する。これにより、ウェハ収容体の厚さを厚くすることなく熱抵抗比 R_2/R_1 を 1 に近づけることができるので、装置の大型化を回避できる。例えば、InP ウェハの場合、 600°C における熱伝導率が $14.3 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ なので、熱伝導率が $7.15 \sim 28.6 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ である材質（例えばアモルファスカーボン）でウェハ収容体を形成すればよい。

以下に、本発明を完成するに至った経緯について説明する。

まず、本発明者等は、ウェハ 2 の表面温度がウェハホルダ 3 の表面温度より低くなる原因について、ウェハ 2 およびウェハホルダ 3 内部における熱伝達経路の違いに着目した。すなわち、一般的にウェハ 2 とウェハホルダ 3 の材質は異なり、同様の熱伝達が行われないうえに、それぞれの表面の到達温度に差が生じると考えた。

図3は、ウェハ2とウェハホルダ3における熱抵抗概念図である。図3において、 T_{up} はウェハホルダ3の裏面温度で、 T_{surf} はウェハ2またはウェハホルダ3の表面温度で、 T_{down} はウェハ2およびウェハホルダ3表面から所定の距離だけ離れた位置に想定した面（以下、仮想境界面と称する）における温度である。図3に示すように、ウェハ2の表面にはウェハホルダ3裏面からウェハホルダ3およびウェハ2を通過して仮想境界面に到達する熱伝達経路1にしたがって熱伝達が行われ、ウェハホルダ3の表面にはウェハホルダ3裏面からウェハホルダ3を通過して仮想境界面に到達する熱伝達経路2にしたがって熱伝達が行われる。このように、ウェハ2の表面とウェハホルダ3の表面とでは、それぞれ熱の伝達経路が異なっていることがわかる。

すなわち、図3に示すウェハ2とウェハホルダ3における熱抵抗概念図より、熱伝達経路1における熱抵抗 R_1 は、ウェハホルダ3部分の熱抵抗 R_{1c} と、ウェハホルダ3とウェハ2との接触熱抵抗 R_{1s} と、ウェハ2部分の熱抵抗 R_{1w} とを足し合わせた抵抗となり、熱伝達経路2における熱抵抗 R_2 はウェハホルダ3部分の熱抵抗 R_{2c} となる。

また、熱抵抗 R は下式（1）で与えられる。

$$R = \frac{L}{k} \quad \dots (1)$$

R [m^2K/W] : 熱抵抗

L [m] : 熱流方向の素材の厚み

k [$W/m \cdot K$] : 熱伝導率

これより、熱抵抗 R_1 、 R_2 は下式のように表すことができる。

$$R_1 = R_{1c} + R_{1s} + R_{1w} = \frac{L_c}{k_{1c}} + R_{1s} + \frac{L_w}{k_{1w}} \quad \dots (2)$$

$$R_2 = R_{2c} = \frac{L_c}{k_{2c}} + \frac{L_w}{k_{2c}} \quad \dots (3)$$

（ただし、 $k_{1c} = k_{2c}$ ）

5.

ここで、ウェハ 2 (InP、GaAs 等) の熱伝導率 k_{1w} はウェハホルダ 3 (グラファイト、モリブデン等) の熱伝導率 k_{2o} に比べて著しく小さいことから $L_w/k_{1w} > L_w/k_{2o}$ となるうえ、ウェハ 2 とウェハホルダ 3 との接触面では接触熱抵抗 R_{1g} が生じるので、明らかに R_1 よりも R_2 のほうが小さくなる。

$$5 \quad R_1 > R_2 \quad \dots (4)$$

また、熱伝達は、熱伝達経路における熱流束に支配される。一般に、熱流束とは単位面積 (単位: m^2) を流れるエネルギー (熱流) 量であり、下式 (5) で与えられる。

$$10 \quad q = -\frac{1}{R_{total}}(T_{down} - T_{up}) \quad \dots (5)$$

q [W/m^2] : 熱流束

R_{total} [m^2K/W] : 総括熱抵抗

T_{up} [K] : 上流側温度

T_{down} [K] : 下流側温度

15

また、図 3 において熱伝達経路 1, 2 における総括熱抵抗 R_{1total} , R_{2total} は下式で表される。

$$R_{1total} = R_1 + R_{1a} \quad \dots (6)$$

$$R_{2total} = R_2 + R_{2a} \quad \dots (7)$$

$$20 \quad (\text{ただし、} R_{1a} = R_{2a})$$

上式 (4)、(6)、(7) より $R_{1total} > R_{2total}$ となる。したがって、熱伝達経路 1 における熱流束 q_1 は熱伝達経路 2 における熱流束 q_2 よりも小さくなる。

$$q_2 > q_1 \quad \dots (8)$$

25

また、熱流束 q_1 , q_2 は、ウェハ 2 の表面温度 T_{1surf} 、ウェハホルダ 3 の表面温度 T_{2surf} を用いて下式のように表すことができる。

$$q_1 = -\frac{1}{R_{1a}}(T_{down} - T_{1surf}) \cdots (9)$$

$$q_2 = -\frac{1}{R_{2a}}(T_{down} - T_{2surf}) \cdots (10)$$

上式(8)、(9)、(10)より、ウェハ2の表面温度 T_{1surf} がウェハホルダ3の表面温度 T_{2surf} よりも低くなることが導き出される。

$$T_{2surf} > T_{1surf} \cdots (11)$$

このように、従来の気相成長装置においては、ウェハ2とウェハホルダ3の熱伝導率が大きく異なるために、上述のように表面温度 T_{1surf} 、 T_{2surf} に差が生じることがわかった。

そこで、本発明者等は、ウェハ2の表面温度 T_{1surf} とウェハホルダ3の表面温度 T_{2surf} の差を小さくする方法について検討し、上式(5)～(10)より、それぞれの熱伝達経路における熱抵抗 R_1 と R_2 を同等とすればよいことに気づいた(すなわち、熱抵抗比 R_2/R_1 を1に近づける)。

本発明は、上記知見をもとに完成するに至ったものであり、気相成長装置においてウェハホルダ3を単一の素材若しくは部材で構成した場合、ウェハホルダ3裏面からウェハ2表面に向かう熱伝達経路の熱抵抗 R_1 とウェハホルダ3裏面からウェハホルダ3表面に向かう熱伝達経路の熱抵抗 R_2 の比 R_2/R_1 が0.4以上1.0以下となるようにしたものである。

なお、上式(2)、(3)において L_0 の値を大きくすることによっても熱抵抗比 R_2/R_1 を1に近づけることができるが、温度制御上、装置の有効空間上、コスト上の問題から実現は困難であるため、具体的な方策として、ウェハホルダ3の材質をウェハ2の熱伝導率と近い熱伝導率を有する材質とした。

25 図面の簡単な説明

図1は、本実施形態の気相成長装置の概略構成を示す断面図である。

図2は、単一の素材若しくは部材からなるウェハホルダ3の詳細な構成を示す

拡大図であり、(a)は上面図で、(b)はA-A線に沿った断面図である。

図3は、単一の素材若しくは部材からなるウェハホルダ3を用いた場合のウェハ2とウェハホルダ3における熱抵抗概念図である。

図4は、実施例に係る気相成長装置100のウェハ2およびウェハホルダ3近傍の概略解析モデル図である。

図5は、実施例としてa-カーボン製のウェハホルダを用いた場合のウェハおよびウェハホルダ内部の温度分布を示した解析結果である。

図6は、比較例としてグラファイト製のウェハホルダを用いた場合のウェハおよびウェハホルダの温度分布を示した解析結果である。

10 図7は、実施例におけるウェハ2とウェハホルダ3の表面温度分布を示した解析結果である。

図8は、比較例におけるウェハ2とウェハホルダ3の表面温度分布を示した解析結果である。

15 発明を実施するための最良の形態

以下、本発明にかかる気相成長装置(MOCVD装置)の実施形態について図面を参照しながら説明する。

図1は、本実施形態の気相成長装置の概略構成を示す断面図である。図2は、本実施例に係るウェハホルダ3の詳細な構成を示す拡大図であり、(a)は上面図、(b)はA-A線に沿った断面図である。

第1実施例の気相成長装置の概略構成は従来技術で示した気相成長装置と同じであるが、ウェハ収容体としてのウェハホルダ3の材質を、従来技術ではグラファイト等の熱伝導率が高い材質としていたのを、本実施例ではアモルファスカーボン(以下、a-カーボンと略記する)としている点異なる。

25 図1に示すように、気相成長装置100は、反応炉1と、ウェハ2を配置するウェハホルダ3と、ウェハホルダ3を載置するサセプタ4と、サセプタ4の下側に設けられた加熱ヒータ5と、ウェハホルダ3およびサセプタ4を回転自在に支持する回転機構6と、原料ガスやキャリアガスを供給するガス導入管7と、未反応ガスを排気するガス排気管8等で構成される。

この気相成長装置 100 の各壁体は例えばステンレスで構成される。また、ガス導入管 7 は上側壁体中央部に設置され、例えば、トリメチルインジウム (TMI)、トリメチルアルミニウム (TMAI)、トリメチルガリウム (TMG) 等の第 13 (3B) 族原料ガスと、アルシン (AsH_3)、ホスフィン (PH_3) 等の第 15 (5B) 族原料ガスと、キャリアガスとしての水素 (H_2) 等の不活性ガスと、を反応炉内に導入する。

ウェハホルダ 3 は、円盤状に成型された α -カーボンからなり、サセプタ 4 上に載置される。また、ウェハホルダ 3 は、その片面にウェハ 2 を配置するための円形のポケット孔 3a を同一円周上に複数個 (図 2 では 6 個) 形成されている。

サセプタ 4 は、加熱ヒータ 5 からの熱を均等に伝達するために熱伝導率の高い材質 (例えばモリブデン等) で構成され、回転機構 6 により回転可能に支持されている。また、サセプタ 4 の下側にはウェハ 2 を加熱するための加熱ヒータ 5 が同心円状に配設されている。

従来の気相成長装置において、ウェハホルダ 3 には熱伝導率の高いグラファイトやモリブデン等が用いられるのが一般的であったが、本実施形態では α -カーボン製としている。すなわち、熱伝導率が $100 W/m \cdot K$ のグラファイトの代わりに、熱伝導率が $10 W/m \cdot K$ の α -カーボンを用いることにより、ウェハホルダ 3 に配置されるウェハ 2 の熱伝導率とウェハホルダ 3 の熱伝導率が近くなるようにしている。InP ウェハの熱導電率は $14.3 W/m \cdot K$ であるから、 α -カーボンの熱導電率はその約 0.7 倍となる。

このように、本実施形例では、 α -カーボンの熱伝導率は配置されるウェハ 2 の熱伝導率に近いので、加熱ヒータ 5 からサセプタ 4 およびウェハホルダ 3 を介してウェハ 2 表面およびウェハホルダ 3 表面に向かう熱伝達経路における熱抵抗は同等となるので、ウェハ 2 表面とウェハホルダ 3 表面はほぼ同じ温度に到達する。したがって、ウェハ 2 とウェハホルダ 3 の表面温度の差によってウェハ周縁部がウェハ中央部よりも温度が高くなるのを回避できるので、ウェハ 2 の面内温度分布が均一となりやすい。

ガス排気管 8 は、反応炉 1 の底面に設置される。ガス導入管 7 を介して導入口より反応炉 1 内に導入された原料ガスは、反応炉の上流側で分解され下流側に流

れてウェハ2上に薄膜を形成し、未反応の原料ガスはキャリアガスと共に排気口を介してガス排気管8から外部へ排出される。

また、図には示さないが、例えば回転機構6の外周および反応炉の下側壁面外壁には水冷ジャケットが設けられ、これらの水冷ジャケットおよび加熱ヒータ5
5 で反応炉1内の温度を制御するようになっている。

上述した構成をした気相成長装置100においては、加熱ヒータ5によりサセプタ4の下側から加熱することによりサセプタ4、ウェハホルダ3を介してウェハ2に熱が伝わり、ウェハ2を所定の温度まで上昇させる。また、サセプタ4を回転機構6により所定の回転数で回転させることにより、ガス導入管7より導入
10 した原料ガスやキャリアガスをウェハ2表面に均等に供給して薄膜を気相成長させる。このとき、ウェハ2表面とウェハホルダ3表面の温度はほぼ同じとなるので、ウェハ2の面内温度分布は均一となり、均一性に優れた薄膜を気相成長させることができる。

以下に、実施例の気相成長装置を用いて熱伝導に関するシミュレーションを行
15 った結果を示し、本発明の特徴とするところを明らかにする。また、従来の気相成長装置を用いて同様のシミュレーションを行い比較例とした。

シミュレーションは、上述した気相成長装置100において、ウェハ2およびその近傍をモデル化して、有限体積法による3次元熱伝導解析により行った。なお、実施例ではa-カーボン製のウェハホルダ3とし、比較例ではグラファイト
20 製のウェハホルダ3とした。

図4は、気相成長装置100のウェハ2およびウェハホルダ3（ウェハの外周より10mm）の概略解析モデル図である。図4において、ウェハホルダ3の底面からウェハ2までの距離は2.3mmとした。また、ウェハ2は厚さ0.5mm、内径50mm（2インチ）のInPウェハとし、反応炉1内は水素雰囲気と
25 した。また、解析時のメッシュ数は約600万メッシュとした。

また、ウェハ2とウェハホルダ3との間の接触熱抵抗(R_{1g})を $2.0 \times 10^{-4} \text{ m}^2 \text{ K/W}$ とした。なお、接触熱抵抗 R_{1g} は、接触する部材間の平面度、表面粗さ、物質の熱拡散係数によって影響を受け、接触面間の距離を小さく調整することにより、より小さくすることができる。

さらに、解析条件として、ウェハ2の上方35mmに位置する仮想境界面に45℃、ウェハホルダ3境界面（裏面）に650℃の境界条件を与えた。なお、水素は低プラントル数のため熱拡散が粘性拡散よりも優位で、また層流域の比較的低いレイノルズ数域では移流の影響を無視して考えることができるので、本モデルの熱伝導解析では近似的に固体として扱った。

また、本解析では下表1に示す物性値を用いた。

表1

	水素	グラファイト (比較例)	α -カーボン (実施例)	I n P
密度[kg/m ³]	0.00259	2000	1550	4787
比熱[J/kgK]	14500	1000	1000	368
熱伝導率[W/m・K]	0.4048	100	10	14.3

図5は実施例として α -カーボン製のウェハホルダ3を用いた場合のウェハ2およびウェハホルダ3内部の温度分布を示した解析結果であり、図6は比較例の解析結果である。なお、図5、図6では、解析結果を明確にするためにウェハ2とウェハホルダ3の境界部分を拡大している。

また、図7は実施例におけるウェハ2とウェハホルダ3の表面温度分布を示した解析結果であり、図8は比較例におけるウェハ2とウェハホルダ3の表面温度分布を示した解析結果である。なお、図7、図8では、ウェハ中心を0として直径方向の位置における表面温度を示している。

実施例では、図5に示すように熱流の進行方向（ウェハホルダ3裏面→表面）に大きな温度勾配を示すが、ウェハ2とウェハホルダ3における温度勾配はほぼ同等となっている。一方、比較例では、図6に示すようにウェハ2における温度勾配が大きいものに対して、ウェハホルダ3における温度勾配が比較的緩やかである。このことから、実施例では熱伝達経路が異なっても同じように熱伝導が行われていることがわかる。

なお、実施例では熱抵抗比 R_2/R_1 が0.554であったのに対して、比較例では熱抵抗比 R_2/R_1 は0.091であった。

また、実施例では、図7に示すようにウェハ表面温度が約637.4℃、ウェ

ハホルダ表面温度が約 639.0℃でその差が約 1.6℃であるのに対して、比較例では図 8 に示すようにウェハ表面温度が約 638.7℃、ウェハホルダ表面温度が約 641.0℃でその差が約 2.3℃であった。つまり、ウェハ 2 の周縁部 (22~25 mm) の表面温度と中央部 (0 付近) の表面温度との差は実施例
5 の方が小さく、ウェハ 2 の面内温度分布が均一に改善されていることが分かった。

以上説明したように、実施例ではウェハ 2 周縁部の表面温度がウェハホルダ 3 の表面温度から受ける影響は小さくなるので、ウェハ 2 の面内温度分布を均一に保持することができた。その結果、ウェハ 2 の面内全域において良好な均一性を有する薄膜を気相成長させるのに適しているといえる。

10 本実施例によれば、気相成長装置 100 において、ウェハ収容体裏面から前記ウェハ表面に向かう熱伝達経路の熱抵抗 R_1 と前記ウェハ収容体裏面から前記ウェハ収容体表面に向かう熱伝達経路の熱抵抗 R_2 の比 R_2/R_1 が 0.4 以上 1.0 以下としたので、それぞれの熱伝達経路における熱抵抗は同等となる。すなわち、同様の熱流束にしたがって熱伝導が行われるので、ウェハおよびウェハ収容
15 体の表面の到達温度を同じくすることができる。

したがって、ウェハ周縁部の表面温度がウェハホルダの表面温度から受ける影響は少なくなるので、ウェハの面内温度分布を一様に保持することができ、その結果、ウェハの面内全域において良好な均一性を有する薄膜を気相成長させることができるという効果を奏する。

20

産業上の利用可能性

以上の説明では主として本発明者によってなされた発明をその背景となった縦型高速回転式の気相成長装置について説明したが、本発明はそれに限定されるものでなく、気相成長装置一般、例えば、フェイスダウン方式、横型方式、自公転
25 方式の気相成長装置にも利用することができる。

また、InP ウェハを用いた場合に限らず、Si、GaAs、GaN、サファイア、ガラス、セラミックウェハなどに薄膜を成長させる場合にも有効である。この場合、用いるウェハに応じてウェハホルダ 3 の材質を変更するようにしてもよい。

請求の範囲

1. 密閉可能な反応炉と、該反応炉内に設置され所定の位置にウェハを配置するためのウェハ収容体と、ウェハに向けて原料ガスを供給するためのガス供給手段と、前記ウェハを加熱するための加熱手段と、を少なくとも備え、
- 5 前記反応炉内において前記加熱手段により前記ウェハ収容体を介してウェハを加熱しつつ、高温状態で原料ガスを供給することにより、前記ウェハ表面に成長膜を形成する気相成長装置において、
前記ウェハ収容体は、単一の素材もしくは部材からなり、
前記ウェハ収容体裏面から前記ウェハ表面に向かう熱伝達経路の熱抵抗 R_1 と
10 前記ウェハ収容体裏面から前記ウェハ収容体表面に向かう熱伝達経路の熱抵抗 R_2 の比 R_2/R_1 が0.4以上1.0以下であることを特徴とする気相成長装置。
2. 前記ウェハ収容体は、配置されるウェハの熱伝導率の0.5倍以上2倍以下の熱伝導率を有する材質で形成されていることを特徴とする請求項1に記載の気
15 相成長装置。
3. 前記ウェハ収容体は、アモルファスカーボンで形成されていることを特徴とする請求項1または請求項2に記載の気相成長装置。

1 / 4

図 1

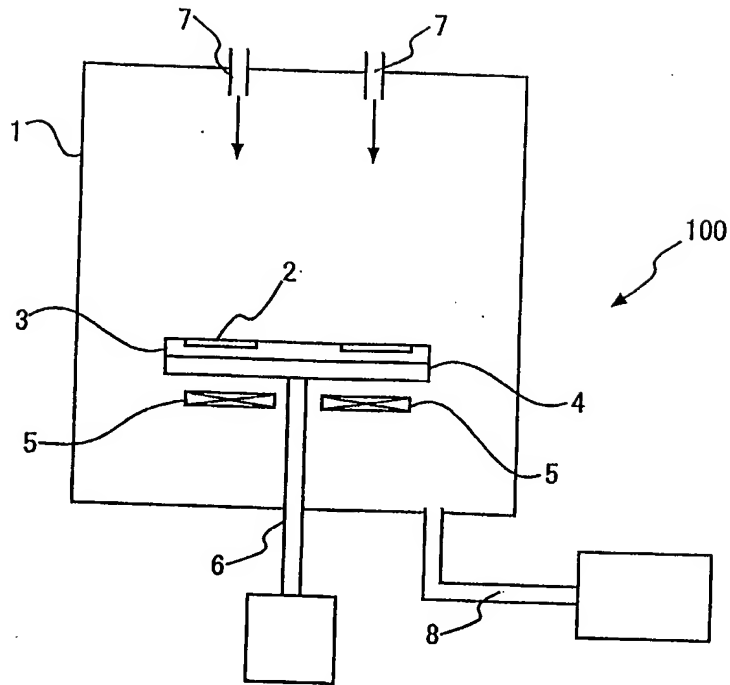
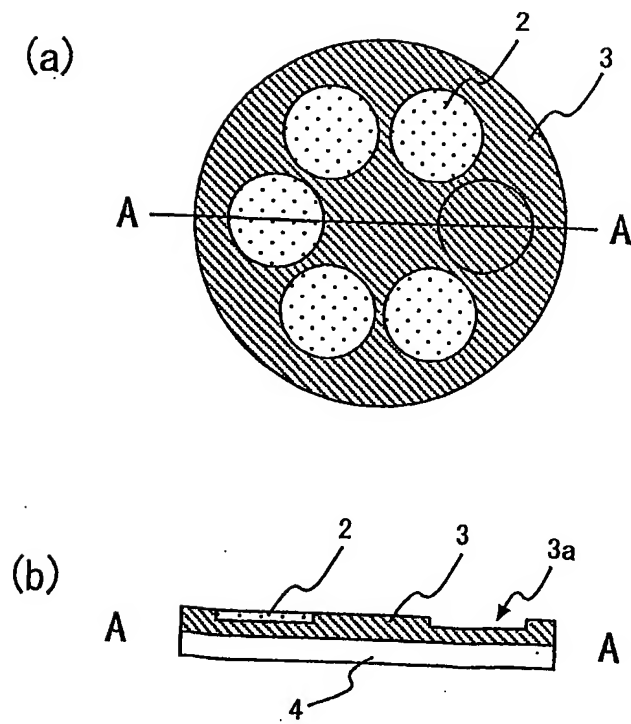


図 2



2 / 4

図 3

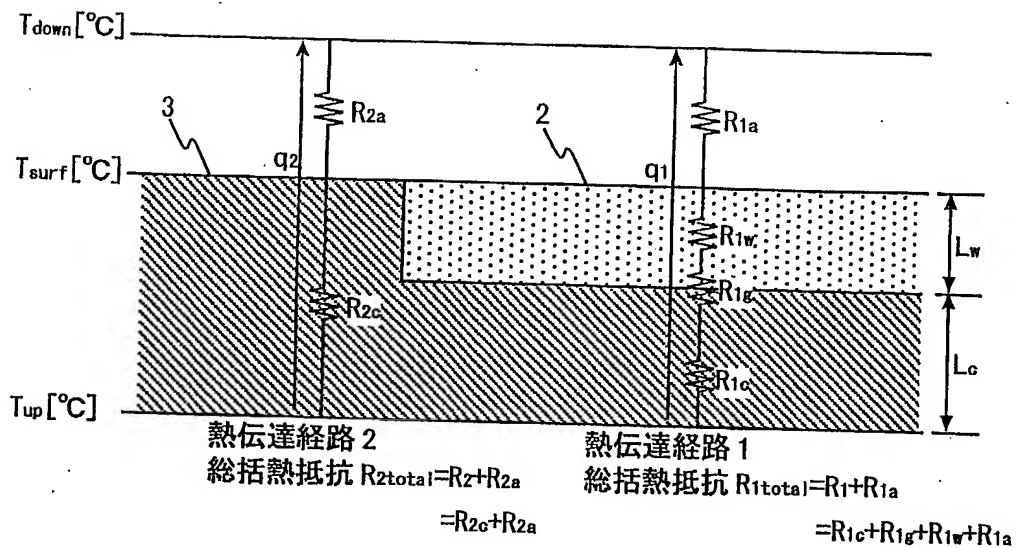
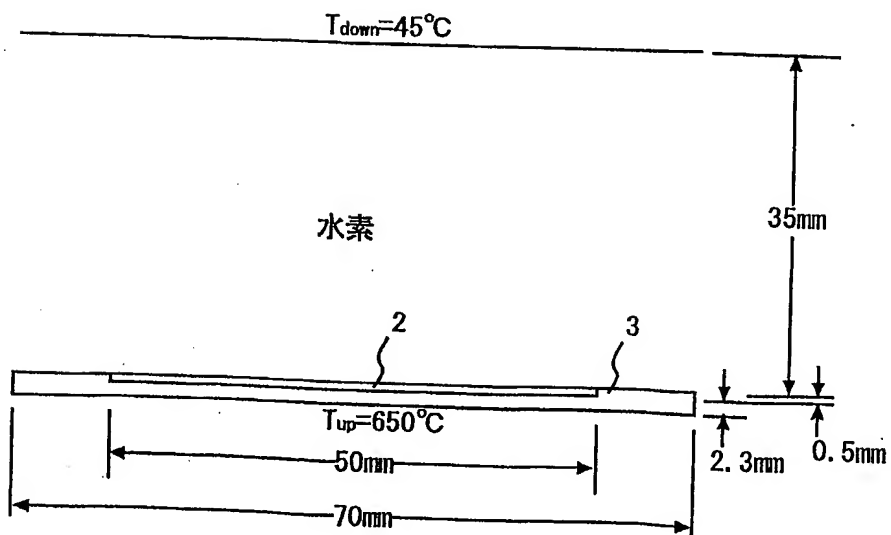


図 4



3 / 4

図 5

レンジ : 637°C-642°C/50div
分解能 : 0.1°C/div

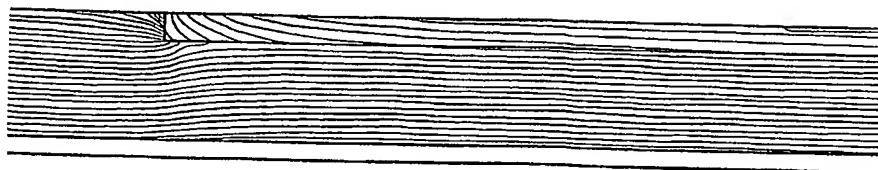
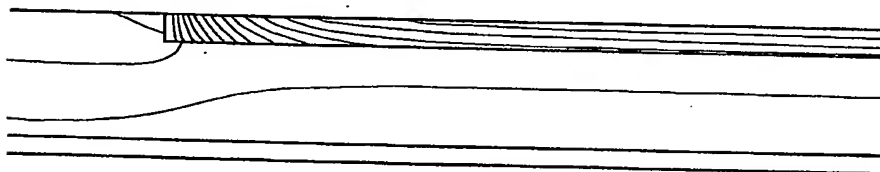


図 6

レンジ : 637°C-642°C/50div
分解能 : 0.1°C/div



4 / 4

図 7

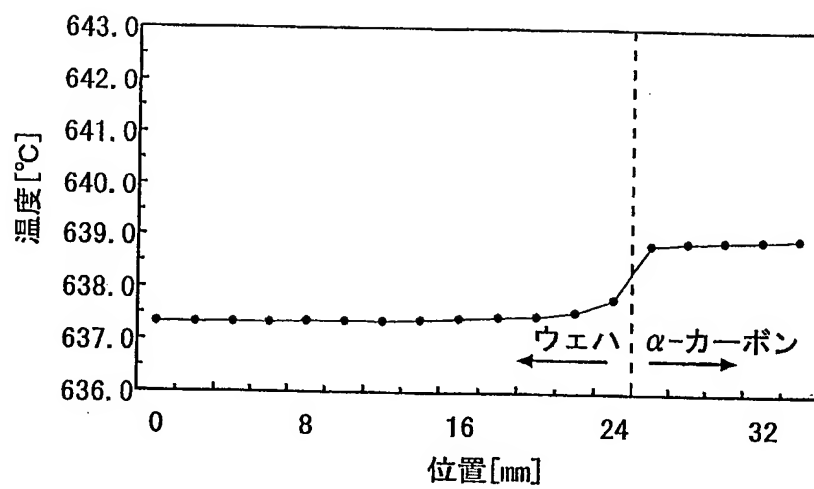
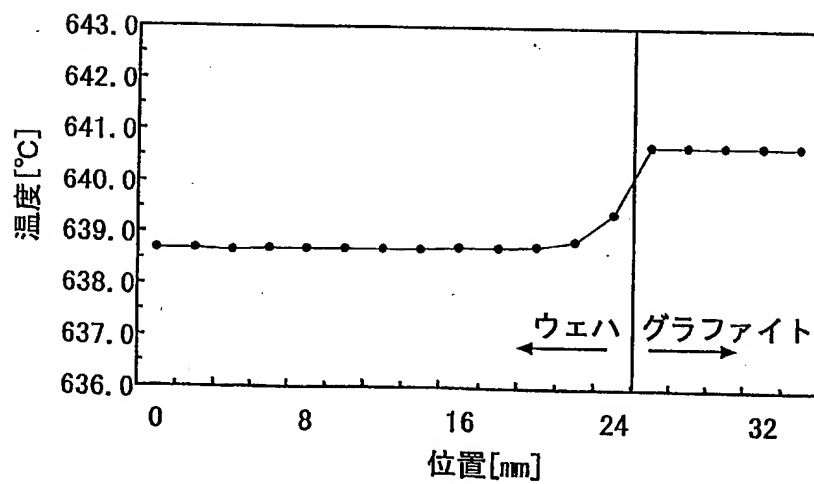


図 8



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP02/10713

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁷ H01L21/205

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl⁷ H01L21/205

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1926-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2002
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2002	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2002

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 92/05577 A1 (Fujitsu Ltd.), 02 April, 1992 (02.04.92), Full text & EP 502209 A1 & JP 3-515292 A & US 5304247 A & US 5392730 A & DE 69126122 A1	1-3
Y	JP 10-107018 A (Samsung Electronics Co., Ltd.), 24 April, 1998 (24.04.98), Full text & GB 2317497 A & DE 19716707 A1 & TW 329031 A & KR 203780 B1	1-3
Y	JP 2-82528 A (Fujitsu Ltd.), 23 March, 1990 (23.03.90), Full text (Family: none)	3

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
21 January, 2003 (21.01.03)Date of mailing of the international search report
04 February, 2003 (04.02.03)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H01L21/205

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H01L21/205

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1926-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971-2002年
 日本国登録実用新案公報 1994-2002年
 日本国実用新案登録公報 1996-2002年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	WO 92/05577 A1 (FUJITSU LIMITED), 1992. 04. 02, 全文&EP 502209 A1&JP 3-515 292 A&US 5304247 A&US 5392730 A&DE 69126122 A1	1-3
Y	JP 10-107018 A (三星電子株式会社), 1998. 0 4. 24, 全文&GB 2317497 A&DE 197167 07 A1&TW 329031 A&KR 203780 B1	1-3
Y	JP 2-82528 A (富士通株式会社), 1990. 03. 23, 全文 (ファミリーなし)	3

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

21. 01. 03

国際調査報告の発送日

04.02.03

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

田代 吉成

4R

9448

電話番号 03-3581-1101 内線 3470